

нестационарной постановке. // Вторая конференция молодых ученых УралЭНИН. Екатеринбург: УрФУ, 2017.

7. Богданец С.В., Скороходов А.С. Оптимизация работы газотранспортной системы путем разработки сменной проточной части для нагнетателя природного газа // Вторая конференция молодых ученых УралЭНИН. Екатеринбург: УрФУ, 2017.

8. Седунин В.А., Блинов В.Л., Бегетнев П.С., Дяттерева Е.Ю., Машечкин Н.В., Помелов Д.Н. Моделирование физических процессов в турбомашинах: Учебно-методическое пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2016. 128 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ПРОМПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АММИАЧНО-ХЛОРИДНЫХ РАСТВОРОВ

Проданова Д. А.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

dar.kostina2013@yandex.ru

Аннотация. В работе исследовали эффективность переработки цинксоодержащей пыли, образующейся в процессе электродуговой плавки стали, в аммиачно-хлоридных растворах. Для обеспечения высокого показателя извлечения цинка при выщелачивании было предложено проводить предварительное вельцевание пыли без стадии прокалики. Подобраны оптимальные параметры выщелачивания, исследованы кинетические закономерности выщелачивания. Проведена серия опытов электроэкстракции цинка из получаемых растворов, предварительно очищенных от примесей, предложены оптимальные параметры электроэкстракции для получения катодного цинка.

Ключевые слова: пыль ЭДП, цинк, извлечение цинка, феррит цинка, вельцевание, аммиачное выщелачивание, электроэкстракция цинка.

INVESTIGATION OF HYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF ZINC- CONTAINING PRODUCTS USING AMMONIUM CHLORIDE SOLUTIONS

Prodanova D.

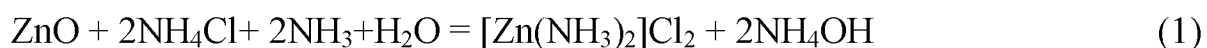
Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. In this paper, the efficiency of zinc-containing dust processing in ammonium chloride solutions was investigated. This dust was formed as a result of electric arc steel melting. For achievement a high rate of zinc extraction during leaching, it was proposed to waelz process dust without a stage of calcination. Optimal leaching parameters were selected, kinetic mechanism leaching were investigated. A experiment series of the zinc electroextraction from the obtained solutions, previously purified from impurities was carried out. The optimal electroextraction parameters for the cathode zinc production were proposed.

Key words: EAF dust, zinc, zinc extraction, zinc ferrite, waelz process, ammonium leaching, electroextraction of zinc.

На сегодняшний день одним из основных видов сырья в сталелитейной промышленности является лом различных сортов. Почти все стальные металлоконструкции подвергают цинкованию для защиты от коррозии, это обуславливает высокое содержание цинка в пыли электродуговой плавки стали, в высокотемпературных процессах цинк испаряется и улавливается совместно с другими пылевидными отходами.

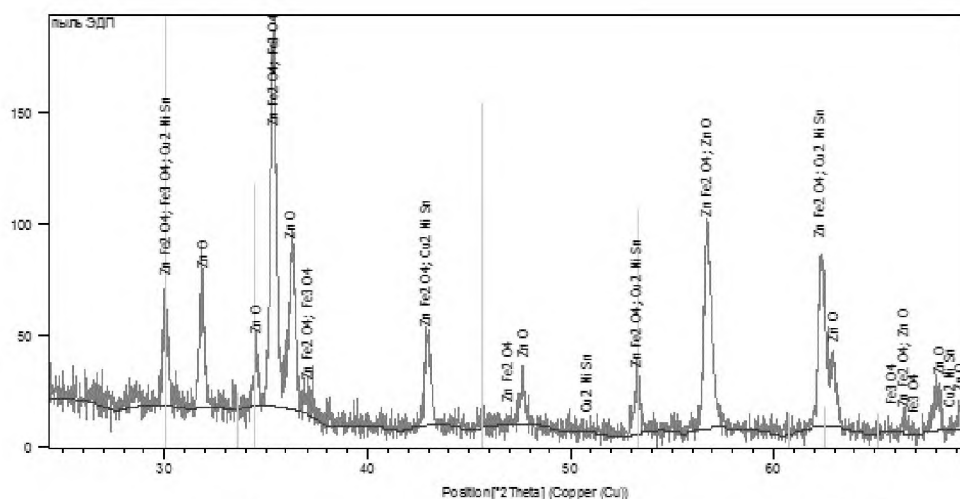
Поскольку пыли содержат от 5 и иногда до 30 % цинка, они являются перспективным сырьем для производства цинка. Большинство пирометаллургических способов переработки позволяют получать цинк в форме оксида, кислотные способы не обеспечивают селективность по цинку, а щелочные способы материально затратны. Аммиачный способ селективен по цинку, дешевле щелочных способов, эффективен. Основной химической реакцией процесса аммиачного выщелачивания является [1]:



Проведенный рентгенофазовый анализ пыли показал, что цинк представлен двумя основными фазами – оксидной и ферритной, что видно на рисунке 1.

Из-за высокого содержания феррита цинка, извлечение по цинку в ходе аммиачного выщелачивания не превышало 60 %. Исследовали возможность повышения извлечения с применением предварительного спекания пыли с оксидом кальция, при этом протекает следующая химическая реакция [2]:





Оптимальными условиями спекания, которые обеспечивают высокое извлечение цинка – 86 %, являются: соотношение $\text{Ca/Fe} = 1,7$, температура спекания 900 °С, продолжительность спекания 1 час. Процесс спекания хотя и повышает показатели извлечения цинка в раствор при выщелачивании, все же является затратным процессом из-за высокого расхода оксида кальция. Получаемые на заключительной стадии стоки и кеки необходимо утилизировать, но высокое содержание кальция в них будет существенно затруднять эти процессы.

Более эффективным с этой точки зрения процессом является вельцевание с последующим аммиачным выщелачиванием. По этой причине в работе была исследована возможность переработки другого объекта – вельц-возгонов пыли ЭДП. Процесс вельцевания ведут в 2 этапа – первая стадия обеспечивает возгонку летучих компонентов перерабатываемого материала, на втором этапе проводят очистку от хлора методом прокалки (пыли содержат около 10 % хлора). Хлор, который остается в вельц-возгонах, в условиях аммиачного выщелачивания не является вредной примесью, а участвует в регенерации растворителя – хлорида аммония, поэтому этап прокалки проводить не нужно.

Проведен химический анализ вельц-возгонов и установлено, что возгоны содержат 58 % цинка, около 1 % железа, 10 % хлора, 2 % свинца. Выщелачивание проводили в реакционном стакане, изменяли 3 параметра – отношение Ж:Т (10:1; 15:1; 20:1); концентрацию хлорида аммония (3 моль/дм³, 4 моль/дм³, 5 моль/дм³), концентрацию аммиака (1 моль/дм³, 1,5 моль/дм³, 2 моль/дм³). В большинстве проведенных опытов был достигнут высокий показатель извлечения на уровне 80-95 %. Максимальный – 95 %.

В программе STATISTICA на основании результатов выщелачивания построили трехмерные зависимости извлечения цинка от варьируемых параметров, диаграмма с максимальным извлечением представлена на рисунке 2.

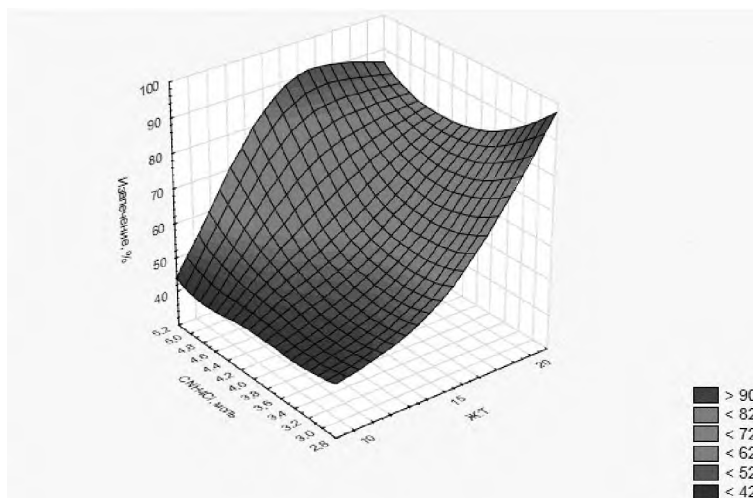


Рисунок 2 – Зависимость извлечения цинка от концентрации хлорида аммония и Ж:Т при концентрации аммиака 2 моль/дм³

Выщелачивание первичных вельц-возгонов, получаемых вельцеванием пыли ЭДП, является эффективным процессом с точки зрения показателей извлечения (цинк переходит в раствор практически полностью) и скорости протекания основной химической реакции, наиболее оптимальные параметры выщелачивания – концентрация хлорида аммония 4 моль /дм³, концентрация аммиака 2 моль/дм³, отношение Ж:Т=15.

Заключительным этапом исследования была электроэкстракция цинка из получаемых растворов. После выщелачивания проводили цементацию для очистки раствора от примесей, мешающих при электроэкстракции – свинец, медь, никель, кобальт, олово и других более электроположительных примесей чем цинк. Очистку проводили цементацией цинковым порошком.

Рабочая установка для изучения электроэкстракции цинка состояла из стеклянного стакана емкостью 250 см³, источника питания постоянного тока, электродов – анод из платинированного титана и катод из нержавеющей стали, межэлектродное расстояние 36 мм, площадь рабочей поверхности катода составляла 0,001575 м², объем электролита – 190 см³, концентрация цинка в электролите 42 г/дм³. Результаты процесса электроэкстракции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты процесса электроэкстракции цинка

Плотность тока, А/м ²	Напряжение на ванне, В	Катодный выход по току, %	Расход электроэнергии, кВт·ч/т Zn
300	2,99	67,701	2147,9
350	3,003	76,85	2312,4
400	3,06	87,93	2523,8
500	3,188	88,21	2974,6

При плотности тока 500 А/м² достигается максимальный катодный выход по току – 88,21 %, в то же время выход по току при плотности 400 А/м² почти не отличается. При повышенных плотностях тока поверхность осаждаемого металла неровная, имеет микрократеры, что видно на рисунке 3а. Повышение плотности тока выше 500 А/м² вызывает формирование катодного осадка порошковой структуры, что видно на рисунке 3б.



Рисунок 3 – Структура катодного цинка при различных условиях

При плотности тока 400 А/м² выход по току остается также высоким, как и при 500 А/м² и составляет 87,93 %, но в тоже время поверхность катода становится более гладкой, что видно на рисунке 3в.

При последующем снижении плотности тока до 300-350 А/м² существенно снижается выход по току, а значит, это нецелесообразно. Наиболее оптимальной плотностью тока при данных условиях – 400 А/м².

Таким образом, в ходе исследования была предложена технологическая цепочка переработки пыли ЭДП, включающая вельцевание пыли без прокатки, аммиачное выщелачивание вельц-возгонов, цементационную очистку

электролита и электроэкстракцию с получением компактного цинка. Сквозное извлечение цинка через все этапы технологии составляет 80,26 %.

Список литературы

- 1 Тарасов А.В. Металлургическая переработка вторичного цинкового сырья [Текст] / А.В. Тарасов, А.Д. Бессер, В.И. Мальцев. – Москва: Гинцветмет, 2004. – 219 с.
- 2 Chairaksa R. Development of new EAF dust treatment process with CaO addition method [Text] : dissertation of Doctor PHD / R. Chairaksa. – Sendai, 2012. –153 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ ЛЮНЕБЕРГА

Коротков А. Н., Мительман Ю. Е.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

diz.tauren@mail.ru, y.e.mitelman@urfu.ru

Аннотация. В работе рассматривается вопрос моделирования и проектирования цилиндрической линзы Люнеберга из однородного диэлектрика с постоянным значением диэлектрической проницаемости. Получены конструкции имитирующие шестислойную структуру линзы. Получена аппроксимирующая функция, позволяющая получить плавное изменение эффективной диэлектрической проницаемости, за счет частичного заполнения пространства между экранами диэлектриком.

Ключевые слова: цилиндрическая линза Люнеберга, частичное заполнение диэлектриком, аппроксимирующий закон, моделирование.

DESIGNING LUNEBERG CYLINDRICAL LENS

Korotkov A., Mitelman Y.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. In the paper, the problem of modeling and designing a cylindrical Luneberg lens from a homogeneous dielectric with a constant value of the dielectric constant is considered. The constructions imitating the six-layered structure of the lens